

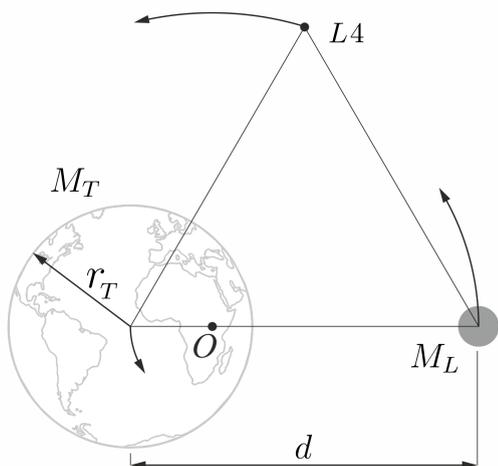
 UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	XXXIV Olimpiada Nacional de Física			
	Fase Local			
	Curso 2022/2023	Ciudad Córdoba	Fecha 21 feb. 2023	
	Nombre		DNI/NIE	

Lea cuidadosamente las siguientes instrucciones antes de comenzar la prueba.

Instrucciones

- Apague el teléfono móvil. No se permite tenerlo sobre la mesa durante el examen.
- No se permite la utilización de ningún dispositivo electrónico (tablet, smartwatch, etc.) diferente a una calculadora no programable.
- Es imprescindible entregar esta hoja para salir del aula.
- Numere todas las hojas que entregue.
- No puede salir del aula en la primera media hora desde el inicio de la prueba.
- Exprese correctamente todos los resultados: errores, redondeos, unidades, etc.
- Debe realizar el Problema 1 y dos a elegir entre los Problemas 2, 3 y 4.

Problema 1: Campo gravitatorio (obligatorio). Un conocido millonario ha planteado construir un complejo hotelero de gran lujo de diez plantas en el espacio. La ubicación propuesta para situarlo es el denominado punto de Lagrange $L4$, debido a su gran estabilidad y magníficas vistas. El punto $L4$, junto con la Tierra y la Luna, forman un triángulo equilátero como se muestra en la figura (la distancia entre los astros no está a escala) y los tres cuerpos giran alrededor del origen O con la misma velocidad angular y se mantienen siempre en un mismo plano.



Magnitud	Valor
G	$6.67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
M_L	$7.35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
M_T	$5.97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
d	$3.84 \cdot 10^8 \text{ m}$
r_T	6371 km

- Calcule la energía potencial que tendría el complejo hotelero en el punto $L4$ sabiendo que la masa de cada planta es de 50 toneladas.
- Determine la energía cinética mínima en la superficie terrestre para que el complejo pudiera llegar a $L4$. ¿Cuál debería ser la velocidad en la superficie terrestre?
- Imagine como serían las vistas desde el complejo hotelero: ¿se vería siempre la misma cara de la Luna? ¿Y de la Tierra?

Problema 2: Oscilaciones (opcional). En el experimento de Rüchardt (ver figura) se encierra a presión atmosférica (p) aire en un matraz de volumen V , mediante un tapón de longitud L y sección S que puede oscilar en el cuello de dicho matraz. Se empuja ligeramente el tapón una distancia mucho menor que su longitud. Este desplazamiento origina una disminución del volumen (ΔV) y un aumento de la presión (Δp) del aire contenido en el matraz. Tras esto, se suelta el tapón y se observa como el mismo describe un movimiento oscilatorio armónico simple. Bajo ciertas condiciones, la velocidad angular de dicho movimiento viene descrita por

$$\omega = \sqrt{\frac{Sp\gamma}{\rho LV}}$$

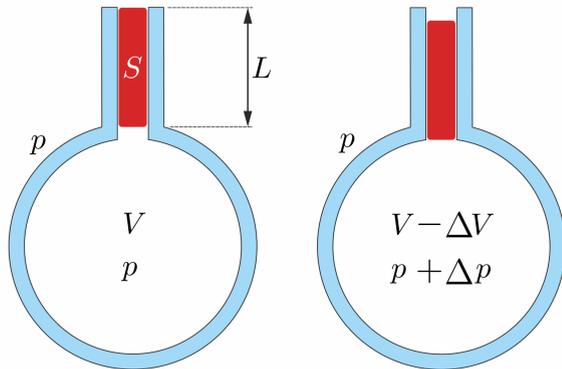
donde ρ es la densidad del aire y γ es el llamado *coeficiente adiabático*.

- Razone los motivos por los cuales el tapón describe este movimiento.
- Recordando la *ley de los gases ideales*: $pV = nRT$, donde n es el número de moles, T la temperatura y R la constante de los gases ideales, demuestre que la frecuencia angular del movimiento del tapón está descrita por

$$\omega = \sqrt{\frac{SRT\gamma}{p_m LV}}$$

donde p_m es el peso molecular del aire.

- c. Este experimento permite obtener de manera más o menos simple el coeficiente adiabático del aire. Détermínelo sabiendo que las oscilaciones del tapón presentan un periodo de oscilación de $t = 12.82$ ms.

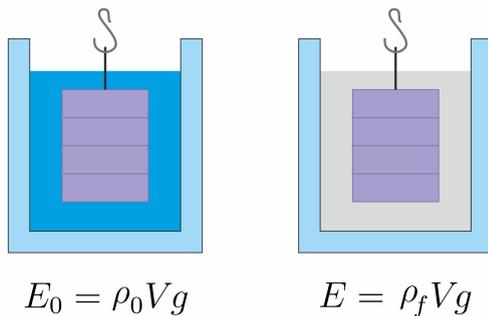


Magnitud	Valor
T	300 K
V	$1.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$
S	$1.0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
L	$5.0 \cdot 10^{-2} \text{ m}$
R	$8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
p_m	$2.9 \cdot 10^{-2} \text{ kg mol}^{-1}$

Problema 3: Experimental (opcional). Para medir la densidad de un fluido es posible recurrir al principio de Arquímedes, el cual se basa en que los cuerpos sumergidos total o parcialmente en un fluido experimentan la acción de una fuerza ascendente denominada empuje E . Esto hace que parezca que pesan menos dentro del fluido que fuera. El valor de dicho empuje está determinado por

$$E = \rho_f V g$$

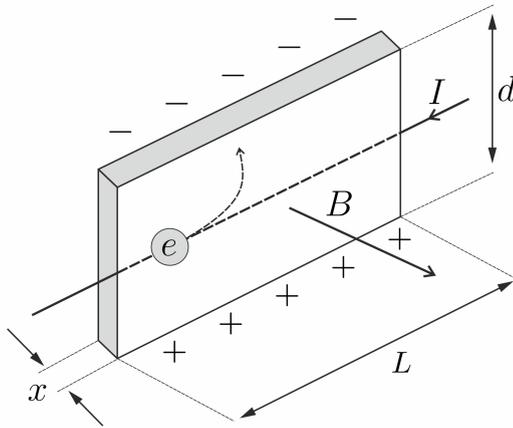
donde V es el volumen del cuerpo que está sumergido, g la aceleración de la gravedad y ρ_f la densidad del fluido. Se quiere determinar la densidad de un fluido problema utilizando el principio de Arquímedes. Para ello, en el laboratorio, se ha medido el empuje (E_0) realizado por un fluido de densidad conocida (ρ_0) sobre un cuerpo sumergido y el empuje (E) realizado por el fluido problema sobre el mismo cuerpo. A partir de los datos mostrados en la tabla:



Cuerpo	$E_0 \pm 0.02$ (N)	$E \pm 0.02$ (N)
1	0.08	0.06
2	0.10	0.08
3	0.18	0.20
4	0.26	0.28
5	0.32	0.38
6	0.40	0.48

- Realice una gráfica representando los valores de E frente a los de E_0 .
- Calcule el valor de la pendiente y estime su incertidumbre.
- Calcule la ordenada en el origen y su incertidumbre. Discuta el valor obtenido.
- A partir del valor de la pendiente y conociendo la densidad del agua ($\rho_0 = 1.00 \text{ g cm}^{-3}$) determine la densidad del fluido problema, realizando una estimación del error del resultado obtenido.

Problema 4: Electromagnetismo (opcional). La brújula de su teléfono móvil puede medir campos magnéticos gracias a un sensor diminuto como el que se muestra en la figura. Se compone de un fragmento rectangular de material conductor o semiconductor de medidas L , d , y x por el que se hace pasar una corriente I . En este caso, el campo magnético B incide perpendicular sobre una de las caras del dispositivo como se muestra en la figura. Al pasar la corriente, los electrones se acumulan en la parte superior del material, y la parte inferior se carga positivamente. Como consecuencia, aparece una diferencia de potencial entre los extremos superior e inferior, V_{Hall} (llamada así en honor a su descubridor), la cual es muy fácil de medir.



material	n (electrones/ m^3)	x (m)
cobre	$8.5 \cdot 10^{28}$	$1.1 \cdot 10^{-4}$
germanio	$2.4 \cdot 10^{19}$	$1.1 \cdot 10^{-6}$
silicio	$1.4 \cdot 10^{16}$	$1.2 \cdot 10^{-4}$

- Explique por qué los electrones se acumulan en la cara superior, y por qué la cara inferior se carga positivamente.
- Dentro del material circulan, en cada instante, n electrones/ m^3 (se ha dibujado solo uno). Demuestre que el número total de electrones que circulan dentro del dispositivo es $N = n L x d$, y que la carga total asociada es $Q = e n L x d$, siendo e la carga de un electrón.
- Los electrones se acumulan en la cara superior hasta alcanzar el equilibrio entre la fuerza eléctrica que actúa sobre la carga total Q , y la fuerza magnética que actúa sobre la corriente I . Demuestre que

$$V_{\text{Hall}} = \frac{B I}{e n x}.$$

Recuerde que, como en un condensador de caras plano-paralelas, $E = \frac{V_{\text{Hall}}}{d}$.

- La tabla muestra datos referentes a diferentes sensores, cada uno de un material y espesor específicos. ¿Cuál es el más sensible de todos? Justifique su respuesta.